

5 Conclusões

Está claro que a nova geração de comunicações móveis vai ter que dar um passo muito grande em tecnologia para poder cobrir a demanda de usuários e tráfego de dados nos próximos anos, e a forma de poder cobrir esta demanda é mediante o uso de frequências mais elevadas que as atuais e é por isto que a implementação de frequência de ondas milimétricas são essenciais para o futuro das comunicações móveis.

A faixa de 60 GHz pode ser uma boa alternativa para a nova geração celular, porque se há uns anos atrás não era viável o uso desta frequência pela falta de demanda de usuários e pelos problemas atmosféricos que as ondas percebem nesta frequência, ocasionando muita perda no sinal e diminuindo o alcance da cobertura, agora esses problemas viraram vantagens, devido a necessidade de oferecer grande capacidade em pequenas distâncias.

Neste trabalho foi montado um *setup* de medições para operar numa frequência de 60 GHz, onde as antenas do equipamento original são muito diretivas porque trata-se de um enlace ponto a ponto. Para poder ter um entorno móvel, foi necessário retirar as antenas originais e colocar novas antenas, com maior largura de feixe, especialmente na recepção já que ela será a responsável por receber a maior quantidade de sinal espalhado e, assim, poder oferecer mobilidade ao usuário.

A antena cônica corrugada foi a melhor opção para ser a antena receptora devido a que tem maior largura de feixe, por natureza. Para ter uma largura de feixe ainda maior, a antena foi aberta, formando um ângulo de 90° com o guia de onda de alimentação formando, assim, uma flange onde as corrugações viraram fendas circulares. O projeto desta antena foi realizado com a ajuda do *software* HFSS, com o qual obtivemos dois deles que foram construídos. Larguras de feixe de 112 graus e 115 graus foram obtidas nas simulações, com antenas de 1 fenda e 3 fendas, respectivamente.

As antenas foram construídas no departamento de Mecânica da PUC-Rio, onde desafortunadamente os equipamentos não são de alta precisão, nem tem tratamento de materiais, isto foi uma das principais limitações desde trabalho.

O *setup* de medições foi montado no laboratório de propagação da UFF, onde tentou-se caracterizar as antenas construídas, mas devido à falta de equipamentos que trabalhem nesta faixa de frequências, foi impossível caracterizar só as antenas, então para testar o funcionamento das mesmas, se caracterizou-se o funcionamento do sistema completo, variando o azimute do receptor para assim poder comprovar até que ângulo de azimute o receptor captava o sinal enviado.

As larguras de feixe obtidas depois das medições são 50 graus e 65 graus para a antena com 1 e 3 fendas, respectivamente. A diferença dos resultados simulados e práticos se deve principalmente à falta de tratamento de materiais e a falta de precisão na construção das antenas. De acordo com as simulações feitas, foi observado que a variação de decimas ou centésimas de milímetros nas dimensões da largura de feixe, espaçamento entre fendas e profundidade da fenda pode produzir um decaimento grande da largura de feixe da antena. Também deve ser considerado que as medições foram feitas num ambiente não ideal, onde as perdas de espalhamento não podem ser controladas.

Trabalhar em frequências altas, 60 GHz neste trabalho, significa trabalhar com dimensões de antenas muito pequenas, portanto a construção de antenas nesta faixa de frequências deve ter um maior cuidado, porem isto não minimiza o aporte deste trabalho de pesquisa em ondas milimétricas, tópico com pouca literatura na atualidade.

A faixa de ondas milimétricas precisa ser estudada em profundidade para, assim, poder decidir qual é a melhor opção para a nova geração de redes celulares.

5.1 Sugestões para Trabalhos Futuros

A nova geração de comunicações móveis trabalharão na faixa de 28 GHz, 38 GHz ou 60 GHz, portanto, qualquer pesquisa nestas faixas de frequências será de muita ajuda para decidir a melhor frequência para o 5G.

Para trabalhos em 60 GHz, recomenda-se usar equipamentos que permitam a caracterização de antenas e uma câmara anecóica.

A construção de antenas para a faixa de ondas milimétricas requer tratamento de materiais e alta precisão para obter resultados similares aos das simulações.

O *beamforming* é uma outra boa opção para a nova geração de comunicações móveis. Para isso, o estudo de conjunto de antenas será uma boa área de pesquisa.